

## PENINGKATAN STABILITAS TRANSIENT PADA PLTMH MELALUI PERBAIKAN MEKANISME PENGONTROLAN CEPAT DAYA MEKANIK TURBIN CROSS FLOW

Reny Murniati<sup>1)</sup>, Aminah H. Umar<sup>2)</sup>, Muhammad Ridwan<sup>3)</sup>  
<sup>1,2,3)</sup>Department Teknik Elektro Universitas Sawerigading

### ABSTRAK

Stabilitas sistem tenaga listrik merupakan karakteristik sistem tenaga yang memungkinkan mesin bergerak serempak dalam sistem pada operasi normal dan dapat kembali dalam keadaan seimbang setelah terjadi gangguan. Untuk meningkatkan kestabilan sistem generator sinkron dapat dilakukan dengan berbagai cara diantaranya menggunakan pengontrolan daya mekanik turbin melalui metode fast valving. Dari hasil simulasi dengan perbaikan metode penutupan katup utama turbin pada PLTMH, apabila terjadi perubahan daya yang tiba tiba sebesar 0,2 pu maka diperoleh perbaikan kestabilan sistim mencapai kurang lebih 10%.

**Keywords:** stabilitas peralihan, PLTMH, turbin cross flow, kontrol daya mekanik

### 1. PENDAHULUAN

Sistem tenaga listrik yang memiliki banyak mesin biasanya menyalurkan daya ke beban melalui saluran interkoneksi. Tujuan utama dari sistem saluran interkoneksi adalah untuk menjaga kontinuitas dan ketersediaan tenaga listrik terhadap kebutuhan beban yang terus meningkat. Semakin berkembang sistem tenaga listrik dapat mengakibatkan lemahnya performansi sistem ketika mengalami gangguan. Salah satu efek gangguan adalah osilasi elektromekanik yang jika tidak diredam dengan baik maka sistem akan terganggu dan dapat keluar dari area kestabilan sehingga mengakibatkan pengaruh yang lebih buruk seperti pemadaman total. Beberapa cara digunakan untuk meningkatkan kestabilan sistem generator sinkron dapat dilakukan dengan berbagai cara diantaranya menggunakan pengontrolan daya mekanik turbin mikro hydro (cross flow) pada pembangkit listrik mikro hydro (PLTMH).

Secara umum permasalahan stabilitas sistem tenaga listrik terkait dengan kestabilan sudut rotor (*Rotor Angle Stability*) dan kestabilan tegangan (*Voltage Stability*). Klasifikasi ini berdasarkan rentang waktu dan mekanisme terjadinya ketidakstabilan. Kestabilan sudut rotor diklasifikasikan menjadi *Small Signal Stability* dan *transient Stability*. *Small Signal Stability* adalah stabilitas sistem untuk gangguan-gangguan kecil dalam bentuk osilasi elektromekanik yang tak teredam, sedangkan *Transient Stability* dikarenakan kurang sinkronnya torsi yang diawali dengan gangguan-gangguan besar.

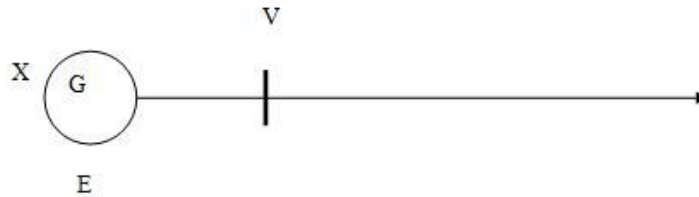
Stabilitas peralihan generator sinkron sangat dipengaruhi oleh parameter mesin sinkron tersebut. Parameter mesin seperti sudut daya  $\delta$  akan mengalami ayunan pada saat terjadi gangguan. Untuk mempertahankan kestabilan generator, gangguan harus dipulihkan sebelum sudut daya  $\delta$  melebihi sudut pemutusan kritis  $\delta_c^{(1)}$ . Beberapa cara yang dapat dilakukan untuk memperbaiki stabilitas peralihan generator adalah <sup>(11)</sup>, antara lain; Meminimalkan pengaruh kerusakan dengan memperkecil lamanya gangguan, Meningkatkan gaya sinkronisasi yang tersimpan, Mengurangi torsi percepatan melalui pengaturan daya mekanik turbin., Mengurangi torsi percepatan dengan menggunakan beban buatan.

Penelitian yang dilakukan oleh J. Macholski <sup>(7)</sup> yang mengusulkan suatu skema perbaikan stabilitas peralihan sistim dengan metode koordinasi antara fast valving dan pengaturan eksitasi generator. Peneliti F. Hassan cs <sup>(4)</sup> mengusulkan suatu metode vast valving dengan menggunakan sistim valve paralel untuk meningkatkan kestabilan sistim. Aji Nur Widyanto, mengusulkan penggunaan Braking Resistor sebagai bagian dari pengurangan torsi percepatan melalui beban buatan. metode ini berfungsi mengurangi luas daerah percepatan bila menggunakan breaking resistor sebesar 0,125 p.u. Kemudian oleh A.Tamersih <sup>(16)</sup> mendesain sistim yang disebut *Micro Grid Voltage Stabilizer (MGVS)*.

### Stabilitas sistem

#### a. Generator Sinkron

<sup>1</sup> Koresponding : Reny Murniati, Telp 082293864492, renymurniati50@yahoo.com



Gambar 1. Generator sinkron yang dihubungkan dengan bus tak terhingga  
Persamaan daya listrik dinyatakan sebagai berikut:

$$P_e = \frac{|V||E|}{X} \sin \delta \quad (1)$$

Dengan :

V= Tegangan pada bus

E= Tegangan pada generator

$\delta$  = Sudut daya

X = Reaktansi sinkron

P = Daya aktif yang disalurkan ke infinite bus

### Stabilitas Peralihan

Berdasarkan kriteria metode sama luas ( equal – area criteria ), kita dapatkan persamaan :

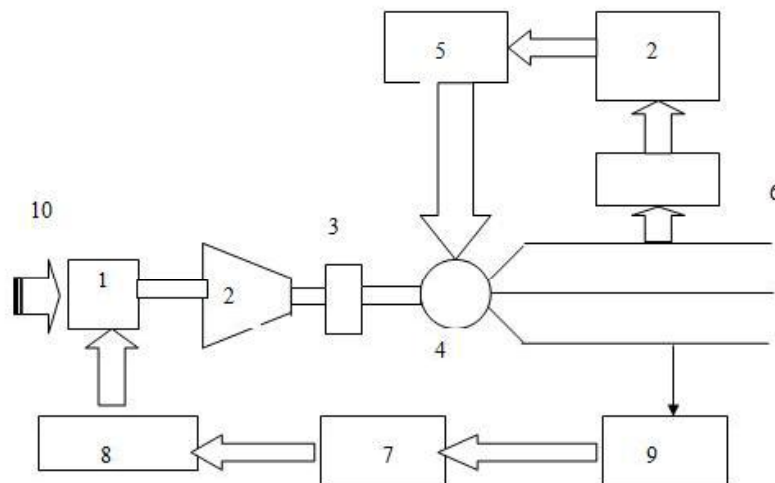
$$\int_{\delta_0}^{\delta_c} P_m d\delta = \int_{\delta_c}^{\delta_{\max}} (P_{\max} \sin \delta - P_m) d\delta \quad (2)$$

Jika  $\delta_c$  dinyatakan sebagai sudut kritis, maka waktu kritis  $t_c$  adalah

$$t_c = \sqrt{\frac{2H(\delta_c - \delta_0)}{\pi \cdot f_0 \cdot P_m}} \quad (3)$$

Waktu  $t_c$  berhubungan dengan waktu pemutusan krisis pemutus (PMT)

### Model Sistim Kontrol PLTMH



Gambar 2. Blok sistim kontrol PLTMH

Keterangan gambar:

- |                      |                                      |
|----------------------|--------------------------------------|
| 1. Katup (Valve)     | 6. Sensor tegangan                   |
| 2. Turbin cross flow | 7. Load Frekwensi Control ( LFC)     |
| 3. Poros             | 8. Mekanisme kontrol valve           |
| 4. Generator Sinkron | 9. Sensor Frekwensi                  |
| 5. Sistim Eksitasi   | 10. Daya Mekanik Prime Mover (Hydro) |

## 2. METODE PENELITIAN

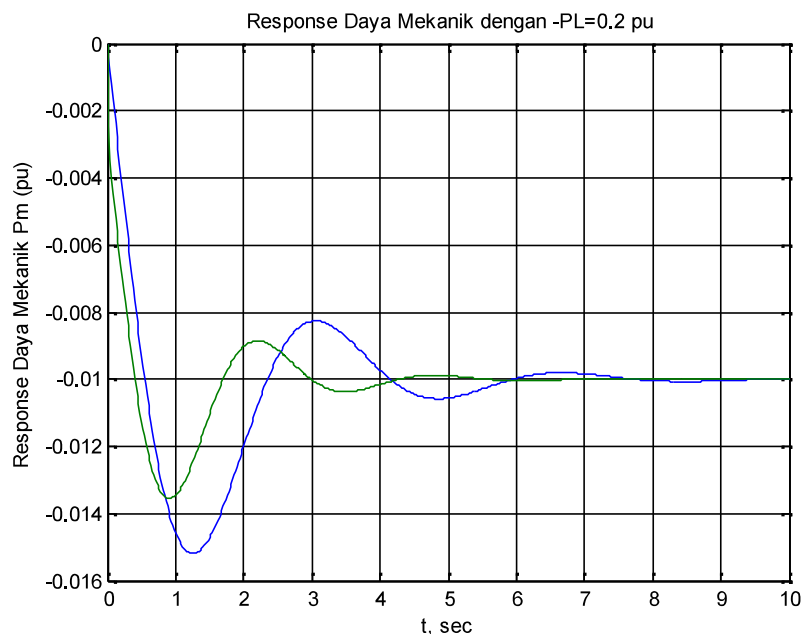
Metode Fast Valving digunakan untuk meningkatkan stabilitas peralihan generator. Prinsipnya kerja sistim tersebut adalah pengurangan daya mekanik dari turbin dengan penutupan katup ( valve) secara cepat. Kemampuan katup air untuk menutup cepat dan dibuka kembali tergantung pada jenis sistim governor yang digunakan. Type governor turbin elektro-hidrolik ( *electrohydraulic turbine*) yang memakai sistim penggerak komponen elektronik ( *solid state electronic*) dan penggerak hidrolik tekanan tinggi mampu mengontrol secara cepat katup. Metode fast valving juga dapat digunakan pada turbin governor hidrolik mekanik ( *mechanics hydraulic* ), akan tetapi kurang fleksibel dan lebih sulit di-implementasikan pada sistim.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter generator sinkron pada PLTMH adalah sebagai berikut:

Parameter		Sat	Nilai
Reaktansi Sinkron	$X_d$	Pu	0,6
	$X_q$	Pu	0,4
Reaktansi peralihan	$X'_d$	Pu	0,15
	$X'_q$	Pu	0,3
Reaktansi Sub peralihan	$X''_{do}$	Pu	0,1
	$X''_{qo}$	Pu	0,25
Konstanta waktu OC peralihan	$T'_d$	Pu	3,0
	$T'_q$	Pu	0,1
Konstanta waktu OC sub peralihan	$T''_{do}$	Pu	0,01
	$T''_{qo}$	Pu	0,03
Induktansi bocor stator	$X_l$	Pu	0,15
Resistansi stator	$R_a$	Pu	0,005
Konstanta Inertia	$H$	Pu	
Konstanta redaman	$D$	Pu	

### Pembahasan



Gambar 3. Karakteristik response Daya Mekanik terhadap Waktu Jika terjadi pengurangan daya secara tiba tiba sebesar 0,2 p.u

Pada Gbr.3 diatas menunjukan apabila generator kehilangan beban tiba tiba sebesar 0, 2 pu maka generator sinkron akan mengalami perubahan daya mekanik selama 8 detik hingga kembali stabil jika tanpa

menggunakan fast valving. Dengan menggunakan percepatan menutupan katup ( fast valving), generator akan mencapai kestabilan selama 5,5 detik. Sedangkan amplitudo perubahan daya mekanik generator mencapai 0,0145 tanpa fast valving. Dan apabila menggunakan fast valving hanya sebesar 0,0125 pu.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan simulasi dengan menggunakan program Matlab/Simulink ver 11 diperoleh hasil sebagai berikut:

- Dengan menggunakan pengontrolan cepat melalui fast valving, maka lama ayunan daya mekanik generator akan semakin lebih kecil disbanding jika tanpa fast valving atau pengontrolan daya turbin lambat.
- Bila mana terjadi perubahan daya yang tiba-tiba, maka lama waktu transient pada generator semakin besar apabila pengaturan daya mekanik makin lambat
- Amplitudo perubahan daya mekanik turbin dengan menggunakan pengontrolan cepat melalui fast valving, maka lama ayunan daya mekanik generator akan semakin lebih kecil disbanding jika tanpa fast valving atau pengontrolan daya turbin lambat.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Aji Nur Widyanto, Rudi Setiabudy, *Perbaikan Stabilitas Peralihan Generator Sinkron dengan Menggunakan Braking Resistor*, Proceeding SNTK 2007.
- Anderson P.M., A.A. Foud, *Power System Control and stability*, Iowa State University Press. Ames, Iowa, 1977.
- B.M. Weedy, B.J. Cory, *Electric Power System*, John Wiley and Sons Ltd, Ballius Land, England, Fourth Editon, 1998.
- F.F. Hassan, R. Balasubramanian, T.S. Bhatt, " *Fast Valving schema using for transient stability improvement*", IEE proceeding Gen Distr, Vol 146, No 1, 1999.
- G.G. Karady, and M. A. Mohamed," *Improving Transient Stability Using Fast Valving Based on Tracking Rotor-Angle and Active Power*," In Proc. 2002 IEEE Power Engineering Society Summer Meeting Conf.
- J. Machoski.A. Smolarenzk, J.W. Bialek, " *Power System Transient Stability Enhancement By coordinated Fast Valving and Excitation Control of Synchronous Generator*, CIGRE Symposium, London, 1999.
- K. Matsuzawa, K. Yanagihasi, J. Tsuko, M. Sato, *Stabilizing Control System Preventing Loss of synchronism From Extension and its Actual Operating Experience*, IEEE transaction on Power System, Vol.10, No.3 August,1997.
- L. Edwards, " *Turbine Fast Valving to Aid System Stability: Benefit and Other Considerations*," IEEE Trans. Power Systems, vol. 1, pp.143–153, 1986.
- Mansour A. Mohamed, George G. Karady, Ali M. Yousef," *New Strategi Agents to Improve Power System* " ,*Proceeding of Word Academic Engineering and Technology*, Volume 3, January, 2005.
- Prabha Kundur, *Power Sytem Stability and Control*, Electrical Power Reseach Institut, Mc Graw Hill, 1993.
- R. H. Park, " *Fast Turbine Valving*," IEEE Trans. Power Apparatus and System, vol. 92, pp. 1065–1073, 1973.
- Y. Wang, D.J. Hill, R.H. Middleton, L.Gao, *Transient Stability Enhancement and Voltage Regulation for Power System*, IEEE Transaction on Power System, Vol 8, pp 62-627, 1993.
- Deepak Aswani, et.al " *The Impact of Hydroelectric Power and Other Forms of Generation on Grid Frequency Stability for the WECC Region* ", June, 2011.
- Amarnath et.al, Enhancement of microgrid dynamic voltage stabilty using Microgrid Voltage Stabilizer, [Southeastcon, 2011 Proceedings of IEEE](#)